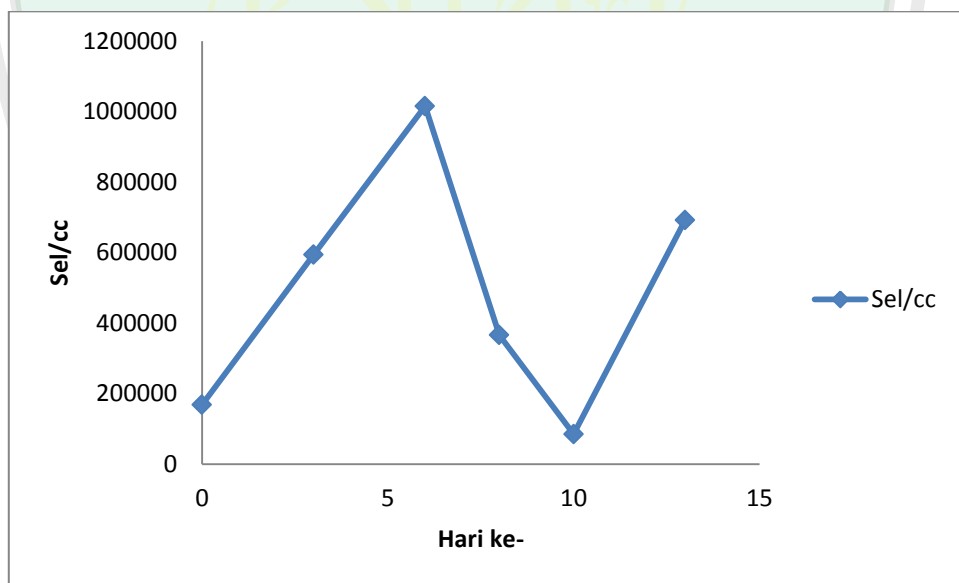


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kurva Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp. pada Media Lumpur Lapindo

Kemampuan tumbuh *Chlorella* sp. pada media lumpur Lapindo Sidoarjo terkait dengan jumlah populasi, dimana jumlah populasi awal yang diinokulasikan pada proses bioremediasi adalah 168025 sel/cc yaitu pada fase eksponensial selama 22 hari. Jumlah populasi *Chlorella* sp. pada media lumpur Lapindo Sidoarjo setiap perlakuan mengalami fluktuasi selama 13 hari. Fase eksponensial pertumbuhan *Chlorella* sp. pada media Lumpur Lapindo Sidoarjo dicapai pada hari ke-6.



Gambar 4.1 Pertumbuhan *Chlorella* sp. 400 ml. pada media lumpur Lapindo

Berdasarkan Gambar 4.1 menunjukkan kurva pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. volume 400 ml. yang fluktuatif pada media lumpur Lapindo Sidoarjo selama 13 hari. Kurva menunjukkan fase lag (adaptasi) dicapai pada waktu pertumbuhan 0 hari.

sampai 3 hari dengan jumlah populasi 593600 sel/cc. Pada fase ini beberapa sel belum tumbuh dengan sempurna karena masih dalam kondisi adaptasi dengan media. Oleh karena itu jumlah populasi *Chlorella* sp. yang diperoleh masih belum memiliki kecenderungan untuk naik secara eksponensial.

Setelah waktu pertumbuhan 3 hari pertumbuhan cenderung meningkat tajam, hal inilah yang disebut sebagai fase eksponensial. Pada fase ini *Chlorella* sp. sedang dalam kondisi pertumbuhan maksimum yang terlihat sampai pertumbuhan selama 6 hari dengan jumlah populasi 1.014.950 sel/cc, bahwa kurva yang dihasilkan selalu meningkat yang menandakan bahwa nutrisi yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh masih tersedia dalam jumlah yang cukup besar.

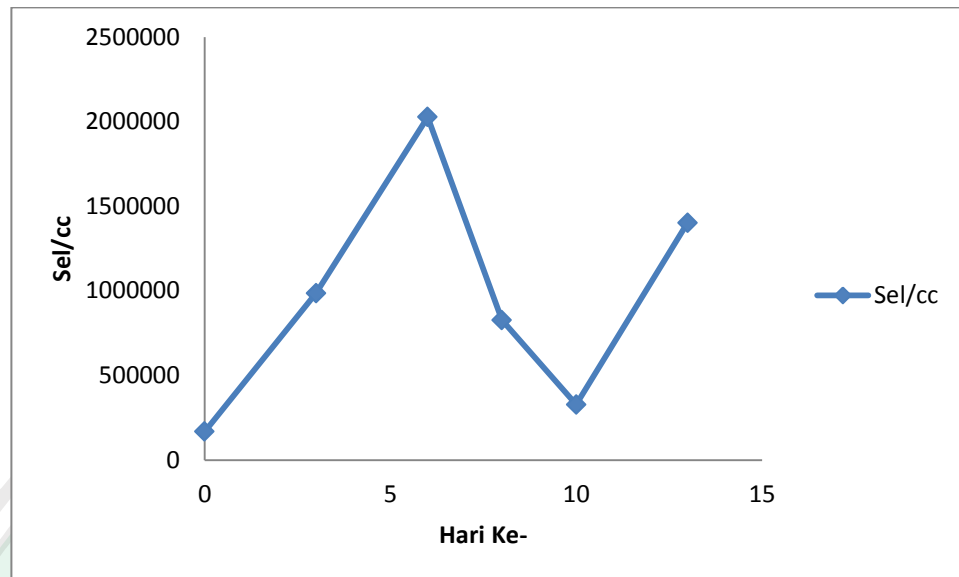
Nutrisi yang diperlukan alga dalam jumlah besar adalah karbon, nitrogen, fosfor, sulfur, natrium, magnesium, kalsium (Chumadi dkk, 1992). Menurut Bowoputro dkk (2009), menyatakan bahwa kandungan sulfur (belerang) pada lumpur Lapindo yang cukup banyak baik yang berbentuk gas (seperti gas H₂S atau hidrogen sulfida) diprediksi akan menimbulkan efek negatif terhadap LASTON. Lumpur Lapindo mengandung kadar Fosfat dan N-Nitrogen masih dibawah ambang batas untuk perikanan yang ditetapkan oleh PP No.82 tahun 2001 yaitu sebesar 1 mg/L (Hendrawati dkk, 2007).

Anomali kurva pertumbuhan pada hasil pengamatan yang menunjukkan penurunan drastis yaitu pada pengamatan selama 8 hari sampai dengan 10 hari dengan jumlah populasi 84.800 sel/cc, hal inilah yang disebut sebagai fase penurunan. Fase penurunan merupakan fase dimana kecepatan tumbuh pembelahan

sel mulai melambat karena kondisi lingkungan (perubahan pH, penurunan intensitas cahaya) dan nutrisi yang dibutuhkan mulai membatasi pertumbuhan *Chlorella* sp. tersebut. Walaupun terjadi penurunan sel, akan tetapi *Chlorella* sp. masih dapat memanfaatkan bahan-bahan cadangan untuk dapat mempertahankan hidupnya pada masa yang panjang.

Berdasarkan penelitian Wenno dkk (2010), menyatakan bahwa peningkatan jumlah sel *Chlorella* sp dari kepadatan awal $5,46 \times 10^6 \text{ sel.ml}^{-1}$ (hari ke-0) menjadi $6,08 \times 10^6 \text{ sel.ml}^{-1}$ pada hari ke-5. Selanjutnya pada hari ke-6 jumlah sel kembali menurun menjadi $5,60 \times 10^6$. Hal ini menunjukkan bahwa *Chlorella* sp mempunyai kemampuan dalam melakukan pembelahan sel pada fase lag (fase adaptasi) meskipun dalam jumlah yang tidak terlalu fluktuatif.

Setelah waktu pertumbuhan 10 hari pertumbuhan cenderung meningkat tajam, fase inilah yang disebut sebagai fase eksponensial. Pada fase ini *Chlorella* sp. sedang dalam kondisi pertumbuhan maksimum yang terlihat sampai pertumbuhan selama 13 hari dengan jumlah populasi 691.650 sel/cc, bahwa kurva yang dihasilkan masih meningkat yang menandakan bahwa nutrisi seperti fosfat, nitrogen dan sulfur yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh masih tersedia dalam jumlah yang cukup besar serta mendukungnya lagi kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya.



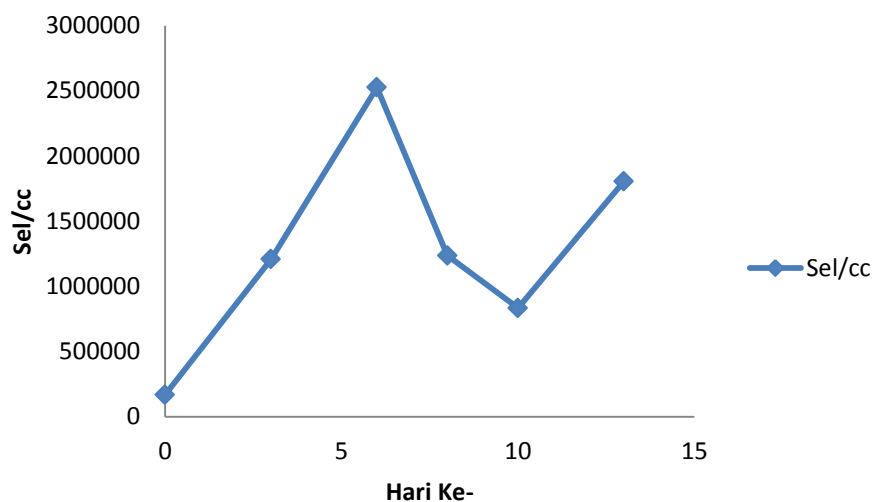
Gambar 4.2 Pertumbuhan *Chlorella* sp. 600 ml. pada media lumpur Lapindo

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan kurva pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. volume 600 ml. yang fluktuatif pada media lumpur Lapindo Sidoarjo selama 13 hari. Kurva menunjukkan fase lag (adaptasi) dicapai pada waktu pertumbuhan 0 hari sampai 3 hari dengan jumlah populasi 986.100 sel/cc. Setelah waktu pertumbuhan 3 hari pertumbuhan cenderung meningkat tajam, hal inilah yang disebut sebagai fase eksponensial. Pada fase ini *Chlorella* sp. sedang dalam kondisi pertumbuhan maksimum yang terlihat sampai pertumbuhan selama 6 hari dengan jumlah populasi 2.026.350 sel/cc, bahwa kurva yang dihasilkan selalu meningkat yang menandakan bahwa nutrisi seperti fosfor, nitrogen dan sulfur yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh pada media masih tersedia dalam jumlah yang cukup besar.

Anomali kurva pertumbuhan terjadi juga pada hasil pengamatan yang menunjukkan penurunan drastis yaitu pada pengamatan selama 8 hari sampai dengan 10 hari dengan jumlah populasi 327.750 sel/cc, hal inilah yang disebut sebagai fase

penurunan, fase dimana kecepatan tumbuh pembelahan sel mulai melambat karena kondisi lingkungan (perubahan pH, penurunan intensitas cahaya) dan nutrisi yang dibutuhkan mulai membatasi pertumbuhan *Chlorella* sp. tersebut. Walaupun terjadi penurunan sel, akan tetapi *Chlorella* sp. masih dapat memanfaatkan bahan-bahan cadangan untuk dapat mempertahankan hidupnya pada masa yang panjang.

Setelah waktu pertumbuhan 10 hari pertumbuhan cenderung meningkat tajam, fase inilah yang disebut sebagai fase eksponensial. Pada fase ini *Chlorella* sp. sedang dalam kondisi pertumbuhan maksimum yang terlihat sampai pertumbuhan selama 13 hari dengan jumlah populasi 1.402.200 sel/cc, bahwa kurva yang dihasilkan masih meningkat yang menandakan bahwa nutrisi seperti fosfat, nitrogen dan sulfur yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh masih tersedia dalam jumlah yang cukup besar serta mendukungnya lagi kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya.



Gambar 4.3 Pertumbuhan *Chlorella* sp. 800 ml. pada media lumpur Lapindo

Gambar 4.3 Berdasarkan menunjukkan kurva pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. volume 800 ml. yang fluktuatif pada media lumpur Lapindo Sidoarjo selama 13 hari. Kurva menunjukkan fase lag (adaptasi) dicapai pada waktu pertumbuhan 0 hari sampai 3 hari dengan jumlah populasi 1.207.800 sel/cc. Setelah waktu pertumbuhan 3 hari pertumbuhan cenderung meningkat tajam, hal inilah yang disebut sebagai fase eksponensial. Pada fase ini *Chlorella* sp. sedang dalam kondisi pertumbuhan maksimum yang terlihat sampai pertumbuhan selama 6 hari dengan jumlah populasi 2.525.400 sel/cc, bahwa kurva yang dihasilkan selalu meningkat yang menandakan bahwa nutrisi seperti fosfor, nitrogen dan sulfur yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh pada media masih tersedia dalam jumlah yang cukup besar.

Anomali kurva pertumbuhan terjadi juga pada hasil pengamatan yang menunjukkan penurunan drastis yaitu pada pengamatan selama 8 hari sampai dengan 10 hari dengan jumlah populasi 832.650 sel/cc, hal inilah yang disebut sebagai fase penurunan, fase dimana kecepatan tumbuh pembelahan sel mulai melambat karena kondisi lingkungan (perubahan pH, penurunan intensitas cahaya) dan nutrisi yang dibutuhkan mulai membatasi pertumbuhan *Chlorella* sp. tersebut. Walaupun terjadi penurunan sel, akan tetapi *Chlorella* sp. masih dapat memanfaatkan bahan-bahan cadangan untuk dapat mempertahankan hidupnya pada masa yang panjang.

Setelah waktu pertumbuhan 10 hari pertumbuhan cenderung meningkat tajam, fase inilah yang disebut sebagai fase eksponensial. Pada fase ini *Chlorella* sp. sedang dalam kondisi pertumbuhan maksimum yang terlihat sampai pertumbuhan selama 13 hari dengan jumlah populasi 1.805.600 sel/cc, bahwa kurva yang dihasilkan masih

meningkat yang menandakan bahwa nutrisi seperti fosfat, nitrogen dan sulfur yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh masih tersedia dalam jumlah yang cukup besar serta mendukungnya lagi kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya.

Jumlah populasi *Chlorella* sp. pada media lumpur Lapindo Sidoarjo berbanding lurus dengan perlakuan volume *Chlorella* sp. (400 ml., 600 ml. dan 800 ml.) yang diberikan yaitu semakin banyak volume *Chlorella* sp. yang diberikan maka semakin banyak pula jumlah populasi yang dihasilkan dalam pengamatan.

Kelimpahan *Chlorella* sp. berubah-ubah sesuai dengan kondisi lingkungan hidupnya. Faktor lingkungan yang merupakan faktor penentu kehidupan *Chlorella* sp. adalah seperti suhu, pH dan intensitas cahaya. Berdasarkan pengukuran faktor lingkungan, dihasilkan pH media lumpur 8-9, suhu media lumpur adalah 26°C -28°C, suhu rak kultur adalah 35°C-38°C, suhu Lumpur Lapindo di Sidoarjo adalah 29°C - 41°C dan intensitas cahaya rak kultur adalah 1000-2500 lux. Hal ini menandakan bahwa kondisi tersebut masih sesuai dengan media pertumbuhan *Chlorella* sp.

4.2 Efisiensi Penyerapan Logam Timbal (Pb) dari Lumpur Lapindo Sidoarjo oleh *Chlorella* sp.

Efisiensi penyerapan logam Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo oleh *Chlorella* sp. memiliki perbedaan pada setiap perlakuan yaitu volume *Chlorella* sp. dan waktu kontak yang diberikan. Perbedaan ini terkait dengan kemampuan *Chlorella* sp. dalam menyerap logam Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo.

Tabel 4.2 Hasil penyerapan logam Pb. dari lumpur Lapindo oleh *Chlorella* sp.

Perlakuan		Pb awal (ppm)	Pb akhir (ppm)	Pb terserap (ppm)	Efisiensi penyerapan (%)	Baku Mutu* (ppm)
Waktu (Hari)	Volume <i>Chlorella</i> sp. (ml)					
0	Kontrol	2	2	0	0	0,03
	400	2	2	0	0	0,03
	600	2	2	0	0	0,03
	800	2	2	0	0	0,03
7	Kontrol	2	1,25	0,75	37,5	0,03
	400	2	1,21	0,79	39,5	0,03
	600	2	1,51	0,49	24,5	0,03
	800	2	1,21	0,79	39,5	0,03
14	Kontrol	2	1,94	0,06	3	0,03
	400	2	0,63	1,37	68,5	0,03
	600	2	1,46	0,54	27	0,03
	800	2	0,76	1,24	62	0,03

Keterangan * : Menurut PP (Peraturan Pemerintah) No. 82 tahun 2001.

Berdasarkan hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa perlakuan bioremediasi oleh *Chlorella* sp. mempunyai pengaruh terhadap penyerapan kadar logam timbal (Pb) dari lumpur Lapindo Sidoarjo, dimana kadar Pb dari 1 sampel sebelum perlakuan adalah 2 ppm yang mana masih di atas ambang batas baku mutu yang telah ditentukan oleh PP (Peraturan Pemerintah) No. 82 tahun 2001 yaitu kadar Pb yang diperbolehkan adalah 0,03 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penyerapan kadar logam Pb tertinggi yaitu pada volume *Chlorella* sp. 400 ml. sebesar 68,625 % dengan waktu kontak selama 14 hari (Tabel 4.2).

Perlakuan selama 7 hari kontrol mengalami penurunan kadar Pb dibandingkan dengan awal perlakuan, dimana kadar Pb awal adalah 2 ppm turun menjadi 1,25 ppm sehingga efisiensi penyerapannya sebesar 37%. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya

proses pengikatan antara Pb dengan senyawa organik. Pengikatan logam oleh bahan organik penting untuk dipelajari mengingat spesiasi logam-logam dalam cairan limbah buangan didominasi oleh kompleks organik-logam, dan di lingkungan tanah keberadaan logam-logam juga dipengaruhi oleh bahan organik tanah khususnya senyawa humat (Chung dkk., 1996; Rahmawati, 2011). Ketidakstabilan kadar Pb pada perlakuan kontrol ini juga dipengaruhi kurangnya sampel yang dianalisa kadar Pb nya pada setiap perlakuan, yang mana pada penelitian ini hanya 1 sampel yang dianalisa kadar Pb awalnya sehingga hanya dihasilkan kadar Pb awal sebesar 2 ppm.

Menurut BRKP (2006), menyatakan bahwa lumpur Lapindo Sidoarjo mengandung senyawa fenol di atas baku mutu yakni lebih besar dari 1 ppm. Adanya pengikatan antara senyawa organik dengan logam tersebut mengakibatkan Pb tidak terbebaskan dengan sempurna pada AAS sehingga kadar Pb pada kontrol mengalami penurunan selama 7 hari.

Sedangkan perlakuan selama 14 hari kadar Pb pada kontrol mengalami kenaikan lagi kadar awal yaitu 2 ppm sehingga efisiensi penyerapannya adalah 3%. Hal ini dikarenakan terjadinya pemekatan sampel yaitu berkurangnya kadar air pada sampel akibat terlalu lamanya penyimpanan sampel, sedangkan suhu dan intensitas cahaya lampu pada rak kultur juga tergolong panas sehingga memungkinkan terjadinya pemekatan sampel. Menurut Komari, dkk (2013), menyatakan bahwa pada suhu panas kadar Pb akan meningkat karena adanya pemekatan.

Menurut Sunu (2011), menyatakan bahwa timbal (Pb) merupakan logam yang amat beracun dan tidak terurai menjadi zat lain. Ketidakstabilan (kenaikan dan

penurunana) kadar Pb juga diketahui dari hasil analisis sampel yang disimpan terlalu lama (Diana, 2012).

Perlakuan volume *Chlorella* sp. sebanyak 400 ml sangat berpengaruh terhadap penyerapan kadar Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo, yang mana dapat dilihat pada (Tabel 4.2) yaitu kandungan Pb awal adalah 2 ppm dan volume *Chlorella* sp. sebanyak 400 ml selama 7 hari turun menjadi 1,21 ppm sehingga efisiensi penyerapannya sebesar 37%. Hal ini disebabkan tingginya daya dukung habitat bagi populasi *Chlorella* sp. pada perlakuan volume *Chlorella* sp. sebanyak 400 ml. yaitu 5.825.790 sel/cc (Lampiran 1) sehingga banyak situs yang aktif pada dinding sel untuk berikatan dengan logam berat. Penelitian Fatriyah (2007), menyatakan bahwa peningkatan jumlah biomassa meningkatkan persentase jumlah logam yang terserap. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah biomassa, maka akan semakin banyak situs (pusat) aktif pada dinding sel yang berinteraksi dengan ion Pb^{2+} di dalam larutan.

Menurut Rusmin (2005) menyatakan bahwa adanya gugus hidroksil pada selulosa dinding sel *Chlorella* sp. menyebabkan terjadinya mekanisme pertukaran ion antara selulosa dengan logam berat. Interaksi yang terjadi antara selulosa dengan ion logam tersebut merupakan mekanisme detoksifikasi ekstraseluler. Detoksifikasi adalah proses pengubahan logam berat menjadi bentuk tidak beracun. Selain itu dapat pula terjadi mekanisme detoksifikasi intraseluler. Proses tersebut berlangsung melalui pembentukan protein pengikat logam dan protein yang terdapat pada *Chlorella* sp.

antara lain metalotionein dan fitokelatin. Kedua protein tersebut dapat berikatan dengan logam berat karena memiliki gugus sulfidril (Pinto dkk, 2002).

Sedangkan pada perlakuan volume *Chlorella* sp. sebanyak 400 ml dengan waktu kontak selama 14 hari juga sangat berpengaruh terhadap penyerapan kadar Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo, yang mana efisiensi penyerapan Pb menjadi 68,62%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak yang diberikan oleh *Chlorella* sp. dalam adsorpsi Pb maka akan semakin maksimal dalam penyerapannya. Akan tetapi tingginya penyerapan pada perlakuan volume 400 ml. dengan waktu kontak 14 hari masih belum memenuhi baku mutu Pb yang ditentukan oleh PP. No. 82. Tahun 2001 yaitu 0,03 ppm. Sehingga masih perlu dilakukan penelitian ulang terkait dengan bioremediasi Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo menggunakan *Chlorella* sp.

Tingginya penyerapan pada perlakuan volume *Chlorella* sp. 400 ml selama 7 hari tidak diikuti dengan perlakuan volume *Chlorella* sp. 600 ml yang hanya sebesar 24,5%. Pada perlakuan volume *Chlorella* sp. 600 ml. memiliki daya dukung habitat yang terendah bagi populasi *Chlorella* sp. yaitu 1.305.867 sel/cc sehingga kemampuan *Chlorella* sp. dalam menyerap logam Pb semakin kecil atau kurang optimal. Sedangkan perlakuan volume *Chlorella* sp. 600 ml dengan waktu kontak selama 14 hari juga sangat berpengaruh terhadap penyerapan kadar Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo, yang mana efisiensi penyerapan Pb menjadi 27,25%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak yang diberikan oleh *Chlorella* sp. dalam adsorpsi Pb maka akan semakin banyak dalam penyerapannya.

Perlakuan volume *Chlorella* sp. 800 ml selama 7 hari berpengaruh terhadap penyerapan logam Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo yaitu sebesar 39,75%. Sedangkan pada perlakuan volume *Chlorella* sp. 800 ml dengan waktu kontak selama 14 hari juga berpengaruh terhadap penyerapan kadar Pb dari lumpur Lapindo Sidoarjo, yang mana efisiensi penyerapan Pb menjadi 62%. Akan tetapi tingginya penyerapan pada perlakuan volume *Chlorella* sp. 400 ml selama 14 hari tidak diikuti dengan perlakuan volume *Chlorella* sp. 800 ml. Hal ini terjadi karena daya dukung habitat bagi populasi *Chlorella* sp. pada perlakuan volume *Chlorella* sp. lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan volume *Chlorella* sp. 400 ml yaitu 1.453.221 sel/cc sehingga kemampuan *Chlorella* sp. dalam menyerap logam Pb kurang optimal dibandingkan dengan perlakuan 400 ml.

4.3 Kajian Keislaman Tentang Pelestarian Lingkungan

4.3.1 Lingkungan dalam Perspektif Islam

Alam merupakan anugerah yang paling besar yang diberikan oleh Allah untuk semua makhluk-Nya khususnya manusia. Segala sumber daya ciptaan Allah, baik yang terpendam di dalam tanah, laut, udara maupun yang terhampar di permukaan bumi adalah hak untuk memanfaatkannya. Manusia memiliki kewajiban untuk menjaga keserasian dan keseimbangan ekosistem dan tidak membuat kerusakan-kerusakan, baik terhadap binatang, tumbuh-tumbuhan maupun jenis makhluk lainnya.

Allah SWT. berfirman dalam al-Qur'an surat al Jaatsiyah/45 ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

“Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir” (Qs. al- Jaatsiyah/45:13).

Menurut Al-Jazairi (2007) dalam *Tafsir Al-Aisar*, menyatakan bahwa kalimat “*Liqauimin Yatafakkaruun*” mengandung makna bahwa mereka yang memikirkan ciptaan Allah sehingga mereka mengetahui siapa penciptanya, untuk apa Dia menciptakan dan mengapa diciptakan, sehingga mereka jelas hakikat wujud Allah, ilmu, kekuasaan dan kasih sayang-Nya agar mereka beriman dan mentauhidkan-Nya.

Allah SWT. memberikan nikmat berupa laut yang terbentang luas, terutama laut Selat Madura yang mempunyai potensi sumberdaya alam laut yang sangat besar, khususnya terumbu karang yang masih banyak memiliki keanekaragaman jenis dan biota laut lainnya, yang mana nikmat tersebut agar disyukuri karena laut memiliki banyak potensi yang seharusnya dapat dimanfaatkan dengan baik dan maksimal seperti yang tertera pada surat Faathir/35 ayat 12:

وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمِنْ كُلٍّ تَأْكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ فِيهِ مَوَازِيرَ لِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ ۗ وَلَعَلَّكُمْ

تَشْكُرُونَ

“Dan tiada sama (antara) dua laut; yang ini tawar, segar, sedap diminum dan yang lain asin lagi pahit. dan dari masing-masing laut itu kamu dapat memakan daging yang segar dan kamu dapat mengeluarkan perhiasan yang dapat kamu memakainya, dan pada masing-masingnya kamu Lihat kapal-kapal berlayar

membelah laut supaya kamu dapat mencari karunia-Nya dan supaya kamu bersyukur”(Qs. Faathir/35 : 12).

Menurut Al-Jazairi (2007), menyatakan bahwa kalimah “*Waminkulin Ta’kuluun Lahman Thariyyan*” mengandung makna dan dari masing-masing lautan kamu dapat memakan daging yang segar yaitu ikan. *Hilyatan Talbasuunaha* yaitu perhiasan yang kamu pakai yaitu intan dan permata. *Wa Tara al-Fulka fih* *Mawaakhira* yaitu kamu melihat kapal-kapal berlayar membawa penumpang dan harta benda. *Li Tabtaghuu min Fadhl* *ih* yaitu agar kamu dapat mencari karunia-Nya yakni dengan cara berdagang. *Wa La’allahum Tasykurun* yaitu Dia menciptakan untukmu lautan agar kamu dapat mencari karunia-Nya dengan harapan agar kamu bersyukur.

Berdasarkan ayat tersebut laut memiliki banyak potensi sebagai sumber makanan, perhiasan, transportasi dan perdagangan. Dengan demikian manusia hendaknya bersyukur atas nikmat tersebut dengan tidak mengganggu keseimbangan ekosistem perairan terutama pada kualitas air laut yang merupakan salah satu komponen dari habitat yang turut menentukan kelangsungan kehidupan dalam suatu ekosistem perairan. Sehingga dibutuhkan perlindungan yang baik terhadap kualitas air tersebut seperti kadar logam khususnya Pb yang tidak boleh mencapai ambang batas yang telah ditentukan karena dapat membahayakan kehidupan biota laut dan fungsi dari laut itu sendiri.

4.3.2 Pelestarian Lingkungan dalam Perspektif Islam

Manusia merupakan bagian dari lingkungan hidup. Komponen yang ada di sekitar manusia merupakan sumber mutlak kehidupan bagi manusia sehingga manusia harus dapat melestarikannya dengan baik. Lingkungan yang baik akan mampu memberikan daya dukung dan daya tampung terhadap kehidupan manusia. Berbagai ayat di dalam al-Qur'an menjelaskan larangan kepada manusia untuk berbuat dholim dengan merusak alam.

Allah telah memperingatkan manusia agar tidak membuat kerusakan di muka bumi dalam al-Qur'an surat al-A'raaf/7 ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

"Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik" (Qs. al-A'raaf /7 : 56).

Menurut Al-Jazairi (2007), menyatakan bahwa kata (ولا تفسدوا في الأرض) *"Wala laa tufsiduu fil ardh"* mengandung arti jangan berbuat kerusakan di muka bumi dengan berbuat syirik dan maksiat setelah adanya islah (perbaikan) melalui tauhid dan ketaatan. Kemaksiatan ini mencakup segala perkara yang haram, seperti membunuh manusia dan hewan, merusak tanaman, merusak pikiran, dan segala perbuatan dosa-dosa besar lainnya.

Ayat di atas menjelaskan bahwa merusak lingkungan merupakan bagian dari perbuatan syirik seperti halnya aktivitas pengeboran PT Lapindo Brantas Sidoarjo yang

ceroboh sehingga menimbulkan bencana alam berupa meluapnya semburan lumpur panas yang saat ini masih terus berlanjut. Penanggulangan lumpur yang terus meluap tersebut diusulkan untuk dibuang ke laut Selat Madura melalui Sungai Porong, yang mana lumpur tersebut mengandung logam Pb yang sangat berbahaya bagi kehidupan biota air dan kenyamanan ekosistem perairan. Membunuh biota air dan merusak ekosistem perairan merupakan perbuatan maksiat yang sangat dibenci Allah.

Lingkungan hidup menyediakan berbagai sumber daya alam yang menjadi daya dukung manusia dan komponen lainnya. Sumber daya alam merupakan segala sesuatu yang terdapat di alam yang berguna bagi dieksploitasi. Kerusakan lingkungan hidup di Indonesia semakin parah, dan dampak dari pola pengelolaan lingkungan yang salah dan eksploitasi alam yang tidak bertanggung jawab membuat kondisi lingkungan semakin memprihatinkan. Kerusakan lingkungan dapat terjadi karena adanya kegiatan (aktivitas) yang dilakukan oleh manusia (Primyastanto dkk, 2010).

4.3.3 Pemulihan Lingkungan dalam Perspektif Islam

Penurunan kualitas perairan di laut Selat Madura akibat aliran Lumpur Lapindo Sidoarjo dengan kandungan logam berat salah satunya adalah timbal (Pb) yang dapat mempengaruhi ekosistem laut terutama biota laut, dibutuhkan suatu tindakan remediasi (pemulihan) bagi lingkungan yang terkontaminasi logam berat. Salah satu agen biologi yang mampu menyerap logam berat terutama Pb adalah mikroalga jenis *Chlorella* sp. Dengan adanya bioremediasi logam Pb pada Lumpur

Lapindo Sidoarjo sebelum dialirkan ke laut Selat Madura menggunakan *Chlorella* sp. dapat mengurangi pencemaran yang ada.

Allah telah menciptakan segala sesuatu tanpa ada kesia-siaan untuk kepentingan manusia, seperti disebutkan dalam surat Shaad/38 ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۖ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ



“ Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka” (Qs. Shaad /38 :27).

Menurut Al-Jazairi (2007) dalam *Tafsir Al-Aisar*, lafadz “*Baathilaa*” yaitu sia-sia tanpa hikmah tertentu dari penciptaan Allah. Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT. menciptakan langit dan bumi serta segala isinya bermanfaat bagi makhluk-Nya, dan Allah menciptakan apa-apa yang ada diantara langit dan bumi, baik yang diketahui maupun yang tidak diketahui sebagai kesia-siaan (*baathila*).

Menurut ekologi tidak ada makhluk yang percuma diciptakan oleh Tuhan. Kehidupan makhluk, baik tumbuh-tumbuhan, hewan maupun manusia saling berkaitan dalam suatu tatanan lingkungan. Untuk mengetahui bahwa segala ciptaan Allah mengandung hikmah (manfaat) hanya bisa diketahui melalui penelitian ilmiah misalnya *Chlorella* sp. yang merupakan jenis mikroalga yang kemanfaatannya terutama bagi bioremediasi logam Pb pada Lumpur Lapindo Sidoarjo yang akan

dialirkan ke Selat Madura dapat diketahui setelah dilakukannya penelitian ini dengan metode spektrofotometri.

Green technology merupakan cara untuk melaksanakan teknologi hijau dalam pengurusan dan cara untuk menyelesaikan aktivitas-aktivitas manusia yang memberi kesan negatif kepada alam sekitar dalam dunia Islam. Islam menyuruh manusia untuk berbuat baik kepada alam dan tidak menyalahgunakan amanah yang telah diembankan kepada manusia, agar bertanggung jawab dalam melindungi dan mengekalkan ciptaan Allah yang seimbang (Yusof *et al*, 2013).

